

Innovative Fügekonzepte für die punktuelle Krafteinleitung in Sandwichstrukturwerkstoffe

Carmen Scholz M.Sc.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Fahrzeugkonzepte – Leichtbau und Hybridbauweisen

3. Technologietag Hybrider Leichtbau

07.06.2016, Stuttgart



Wissen für Morgen



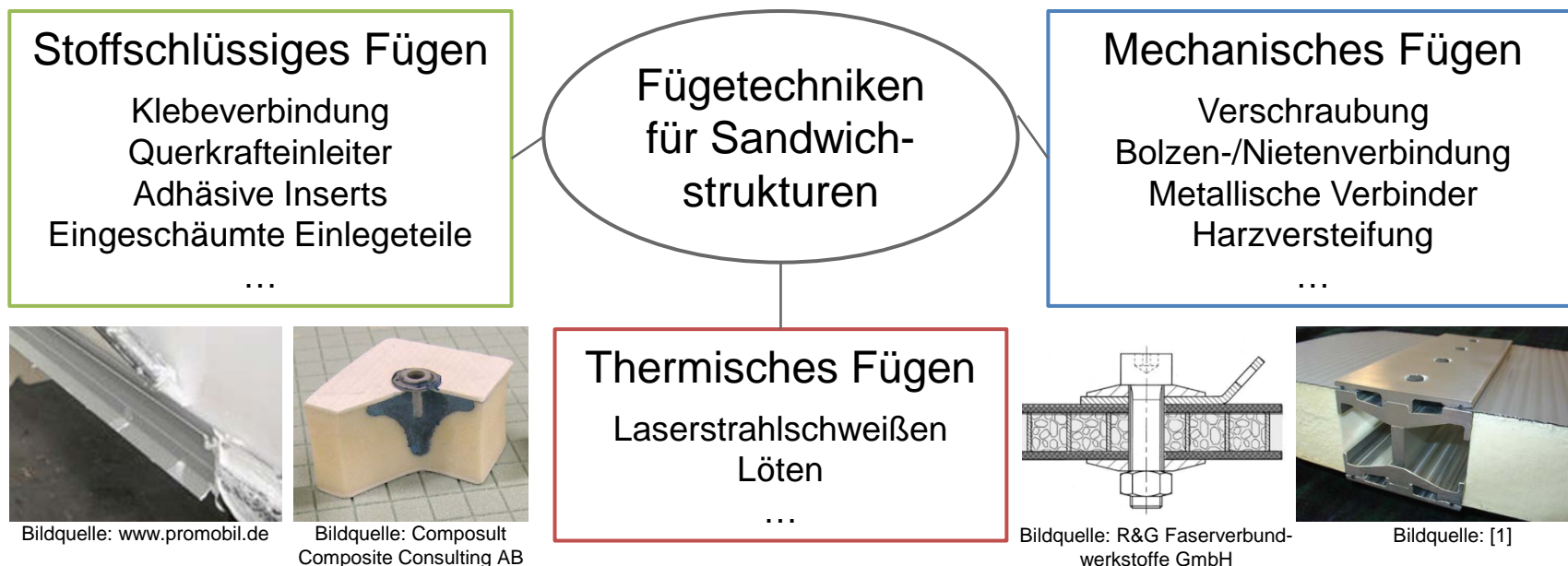
Agenda

- ✦ Motivation – Fügen von Sandwichstrukturen
- ✦ Vorstellung Forschungsprojekt *PuVerSand*
- ✦ Zielsetzung & Lösungsansätze
- ✦ Projektstruktur
- ✦ Punktuelle Krafteinleitung in Polymerschäume
- ✦ Ausblick



Motivation – Fügen von Sandwichstrukturen

Punktförmig & Lösbar?



Nachteile bestehender Verbindungskonzepte:

- Hoher Montageaufwand
- Oft deutliche Gewichtssteigerung
- Fehlen von Material- und Versagensmodellen

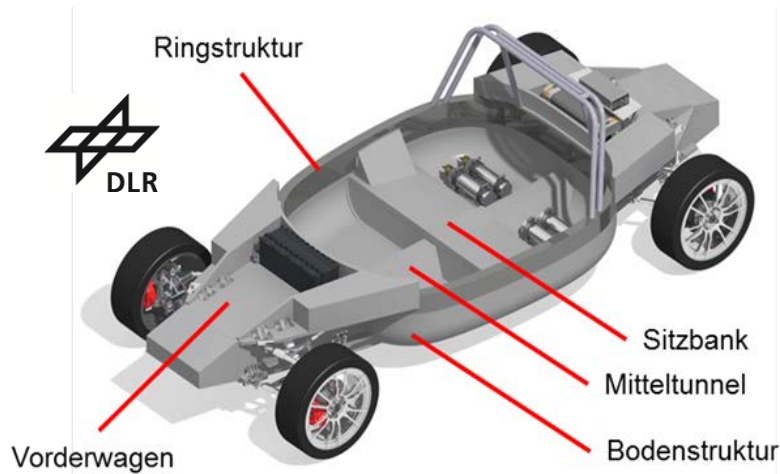
→ Leichtbaupotenzial von tragenden Sandwichstrukturen bekannt aber nur eingeschränkt nutzbar

Motivation – Fügen von Sandwichstrukturen

Anwendungsbeispiele

Anwendungen für tragende Sandwichstrukturen im Fahrzeugbau sind besonders in...

- innovativen Straßenfahrzeugkonzepten
- Wohnmobilen
- Transportfahrzeugen ...zu finden.



Next Generation Car Fahrzeugkonzept
Safe Light Regional Vehicle in Sandwichbauweise

Bildquelle: DLR-FK Projekt NGC



Wohnmobil – Hymermobil B-Klasse

Bildquelle: HYMER



Vorstellung Forschungsprojekt *PuVerSand*

„Entwicklung von Konzepten und Auslegungsstrategien zum punktförmigen Verbinden von innovativen, strukturell tragenden Sandwichstrukturen“

Laufzeit: Februar 2016 – bis Februar 2017

PuVerSand = ***P*unktförmiges *V*erbinden von *S*andwichstrukturen**



Fördergeber



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR FINANZEN
UND WIRTSCHAFT

Unterstützung durch



LEICHTBAU BW

ARENA2036

Forschungspartner



DLR

Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt
Institut für Fahrzeugkonzepte



Fraunhofer

EMI



Fraunhofer

IWM

NMI

schafft Ergebnisse



Industriepartner

EJOT[®]



SECAM

Fixing Solutions



DYNA

MORE

HYMER



Zielsetzung



1. Entwicklung von Konzepten zum punktförmigen & lösbaren Verbindung von Sandwichstrukturen
2. Optimierung des Gesamtverbundsystems hinsichtlich Auslegung, Berechnung, Simulation und Applikationsprozess
3. Schaffung von Grundlagen für eine virtuelle Fügeelementauswahl und Bauteildimensionierung auf der Basis von Finiten Elemente Simulationen
4. Erarbeitung einer methodischen Auslegungs- und Prüfungsmethodik für tragende Sandwichstrukturen für vielen Einsatz- und Industriebereiche

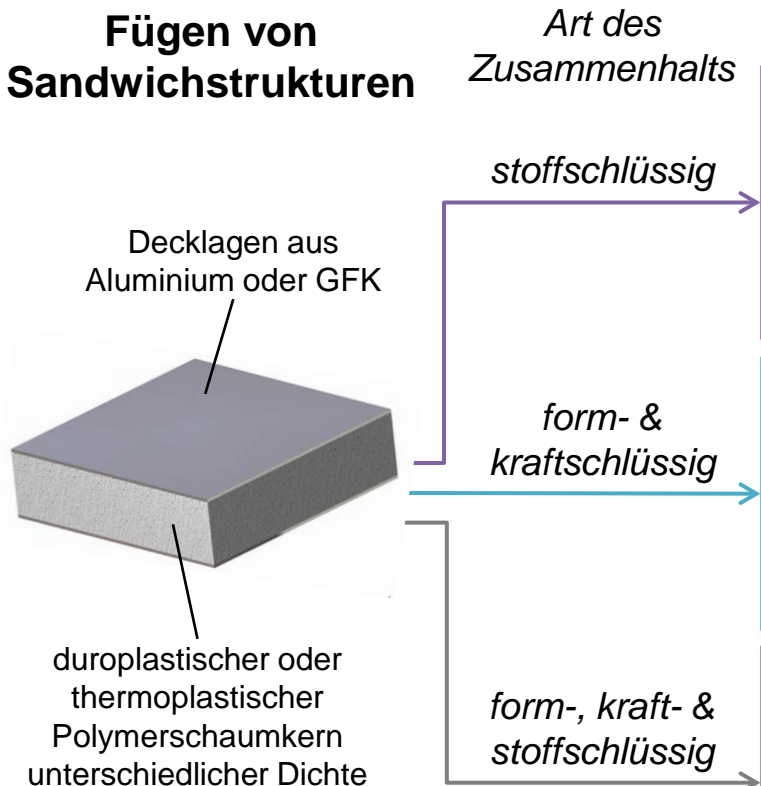


Lösungsansätze

Drei innovative Verbindungstechniken



Fügen von Sandwichstrukturen



1. Reibschweißelemente



Bildquelle: EJOT

2. Kunststoffschrauben



Bildquelle: EJOT

3. geklemmtes / geklebtes Insert



Bildquelle: SECAM

Vorteil / Nachteil

→ **Optimierung**

- ✓ Setzen in einem Schritt
- Bisher nur für thermoplastische Kunststoffe

Übertragung auf weitere Materialsysteme

- ✓ Keine thermische Beeinflussung
- Geringer Lastübertrag

Auslegung für höhere Belastungen

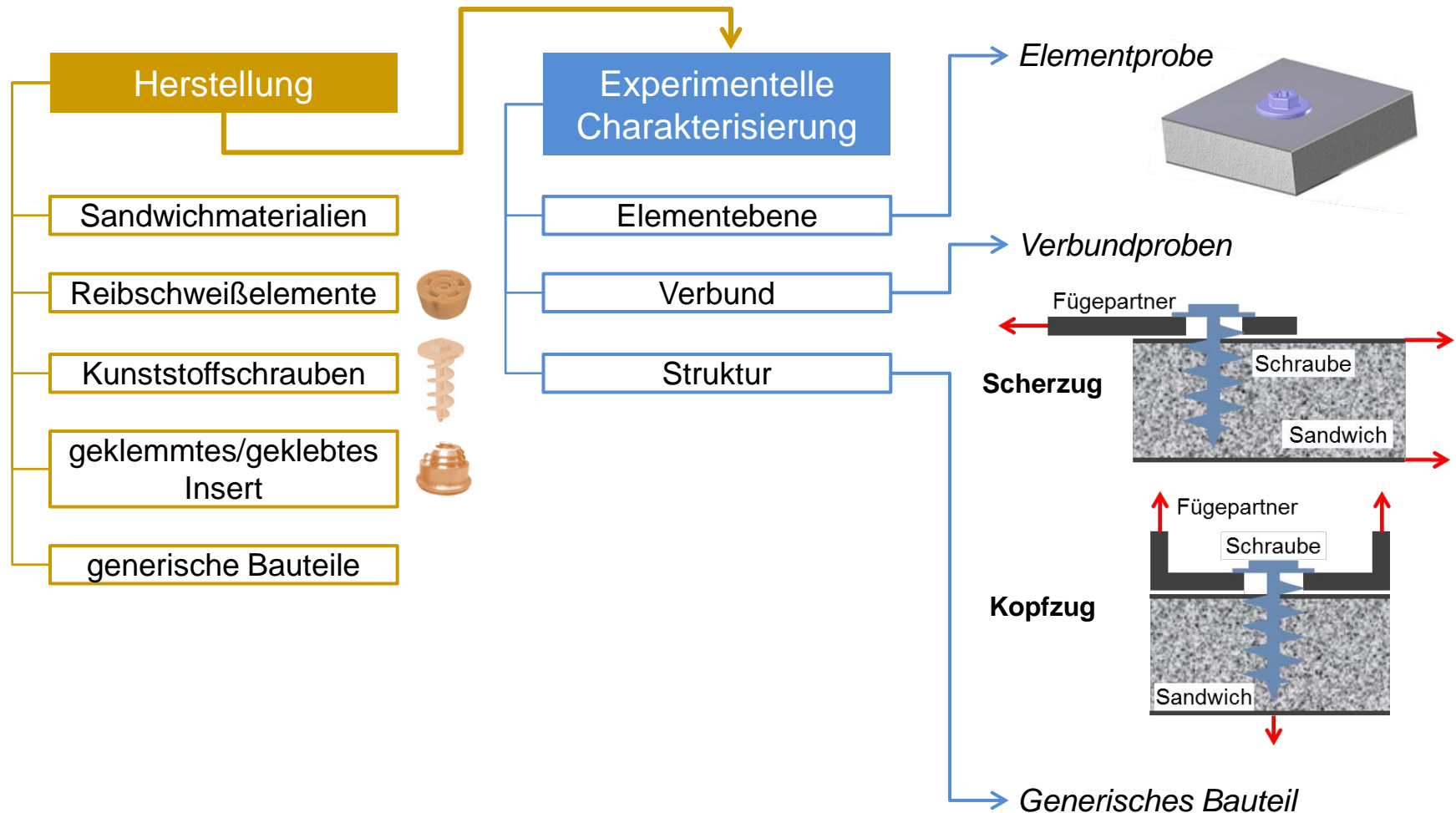
- ✓ Krafteinleitung in beide Decklagen
- Aushärtezeit des Klebstoffs

Reduktion der Prozesszeiten



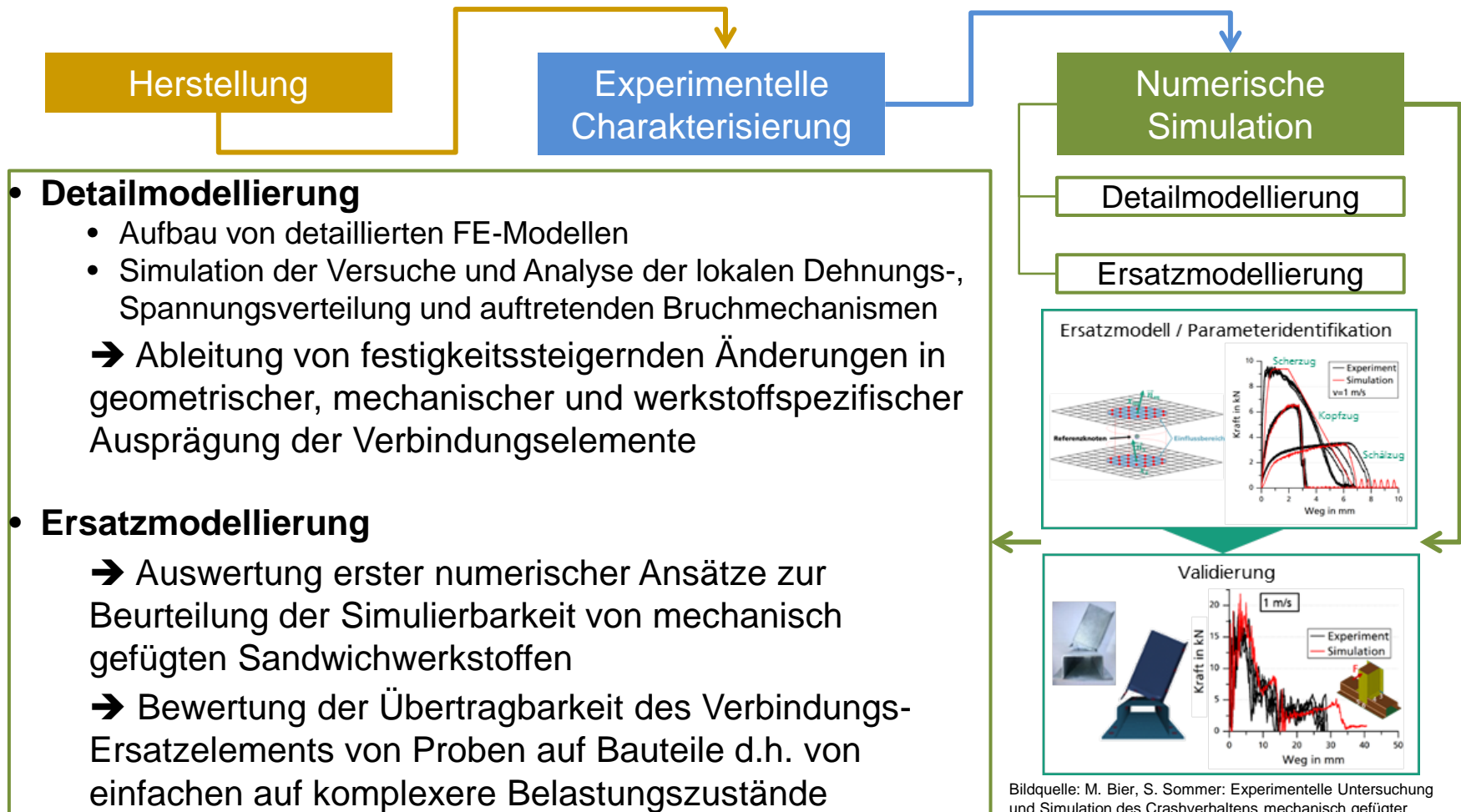
Projektstruktur

Verknüpfung der Arbeitspakete



Projektstruktur

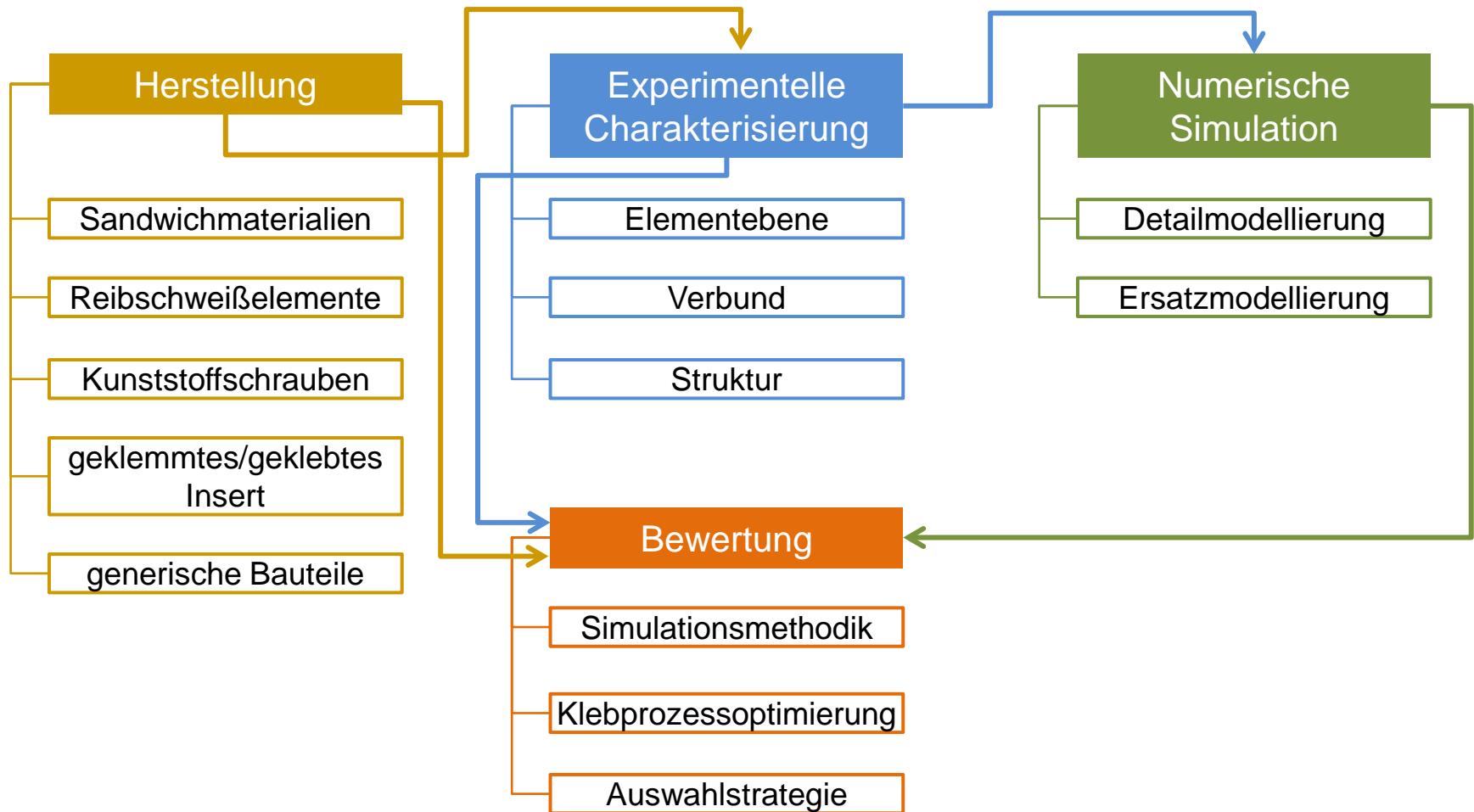
Verknüpfung der Arbeitspakete



Bildquelle: M. Bier, S. Sommer: Experimentelle Untersuchung und Simulation des Crashverhaltens mechanisch gefügter Verbindungen, FOSTA P837 / AiF IGF 352ZBG

Projektstruktur

Verknüpfung der Arbeitspakete



Punktuelle Krafteinleitung in Polymerschäume

Versuchsdurchführung

Probenmaterial

Polymerschäume unterschiedlicher Dichte

- Duroplast: PUR-Schaumstoff
Polyurethan
Dichte 50 bis 200 kg/m³
Zugfestigkeit 0,22 bis 1,15 MPa
- Thermoplast: PET-Schaumstoff
Polyethylenterephthalat
Dichte 60 bis 210 kg/m³
Zugfestigkeit 1,50 bis 3,00 MPa

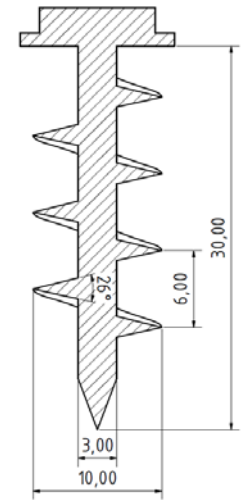
Verbindungselemente

Kunststoffschrauben mit verschiedenen Geometrien



EJOT EPPsysD

Maße: 15x25, 10x30, 15x32 mm



Experimentelle Charakterisierung

- Verschraubungsversuche
→ Bestimmung des optimalen Anziehdrehmoments



- Kopfauszugversuche
Prüfgeschwindigkeit 1,8 mm/min
→ Bestimmung der quasistatischen Verbindungsfestigkeit

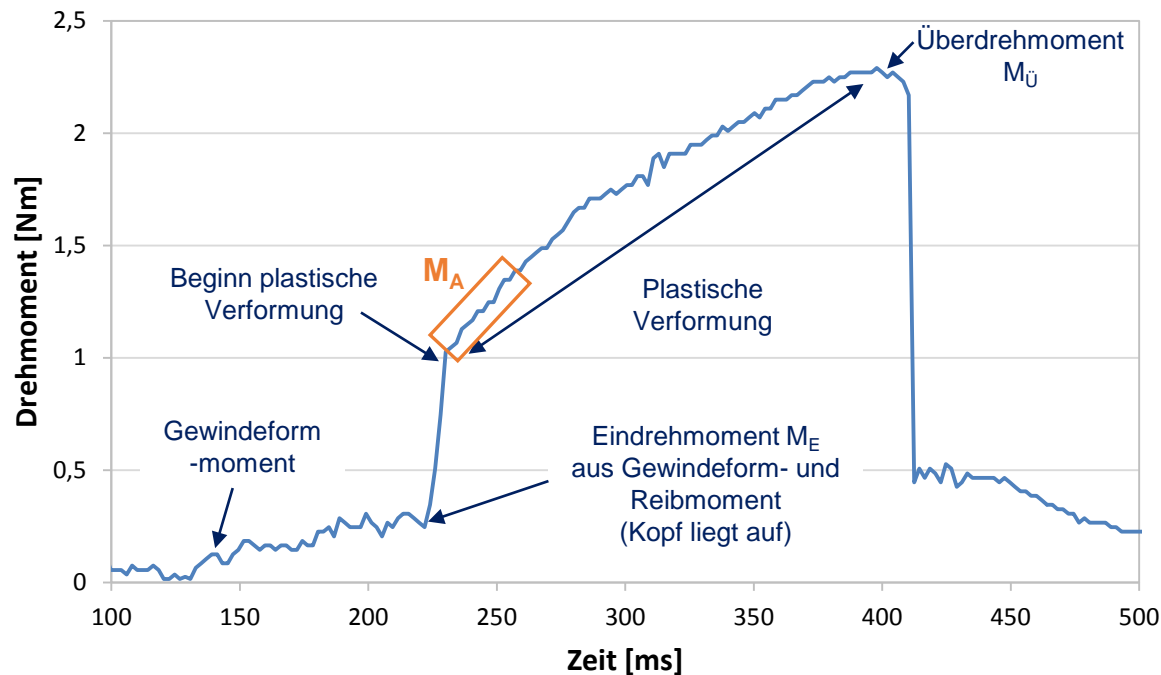


Punktuelle Krafteinleitung in Polymerschäume

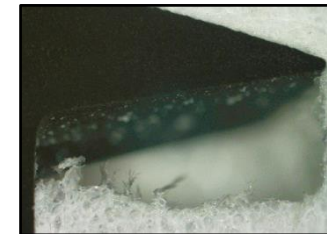
Parameterdefinition

Verschraubungsversuche → Bestimmung des optimalen Anziehdrehmoments M_A

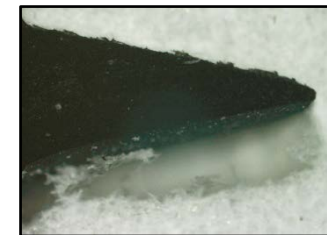
Formel: $M_A = M_E + k (M_{\ddot{U}} - M_E)^{[2]}$ mit Sicherheitsfaktor $k = 0,5 \rightarrow M_A = 1,3 \text{ Nm}$



Momentverlauf beim Einschrauben einer EPPsSD 10x30 in PET100
(= PET-Schaum mit einer Dichte von 100 kg/m^3)



Kurz vor Überdrehmoment



Während plastischer Verformung



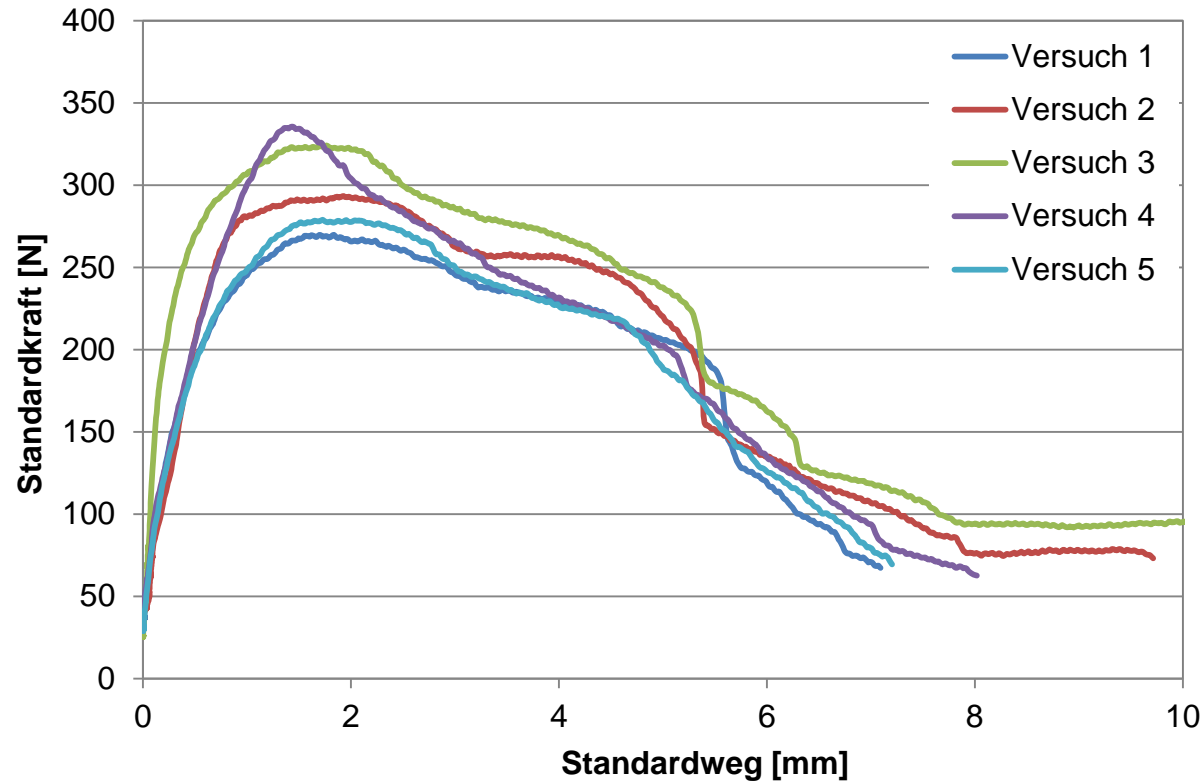
Kurz vor Beginn plastischer Verformung

Quellen: [2] G.W. Ehrenstein, G. Ahlers-Hestermann „Handbuch Kunststoff Verbindungstechnik“, München, Wien, Hanser, 2004.

Punktuelle Krafteinleitung in Polymerschäume

Ergebnisse zum Direktverschrauben von PUR-Schaum

Kopfauszugversuche EPPsysD 10x30 in PUR100



Unterstützt von: Thomas Walter, Simon Brückmann (DLR-FK).

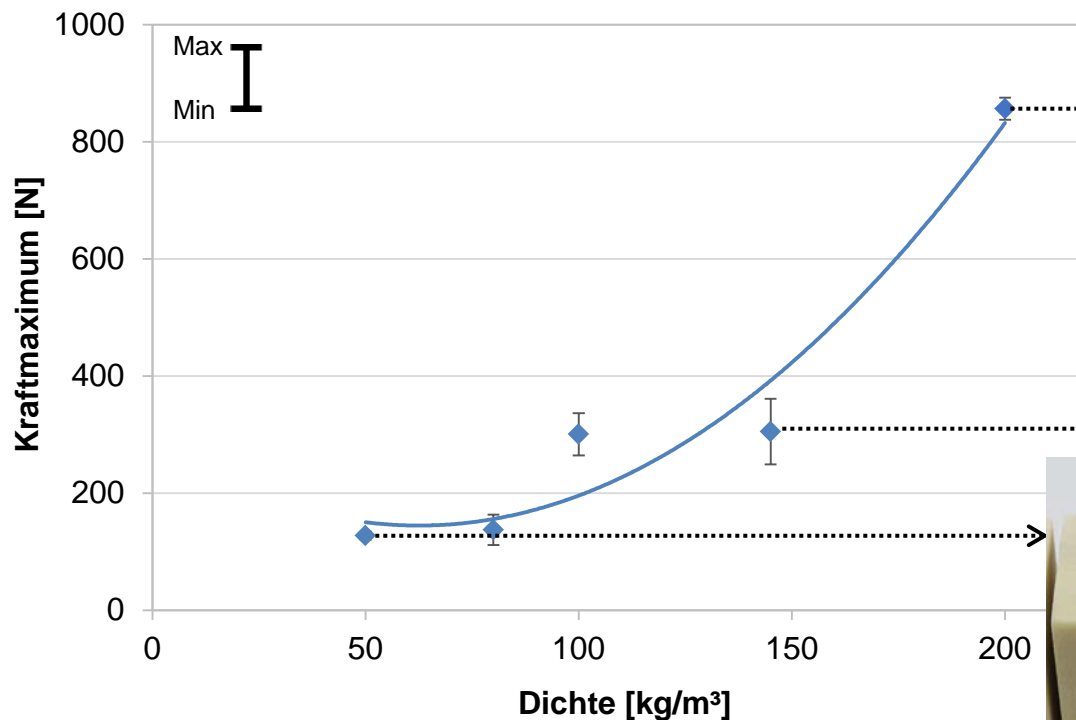


Punktuelle Krafteinleitung in Polymerschäume

Ergebnisse zum Direktverschrauben von PUR-Schaum

Kopfauszugskraft von EPPsysD 10x30 Schrauben über der Dichte von PUR-Schaum

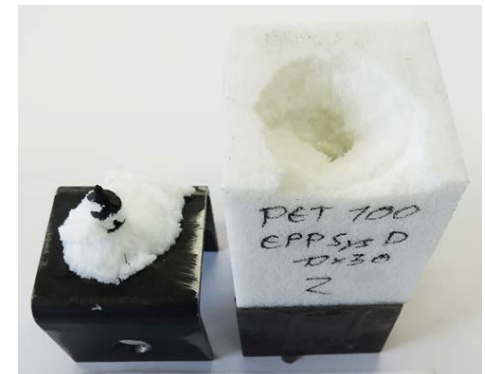
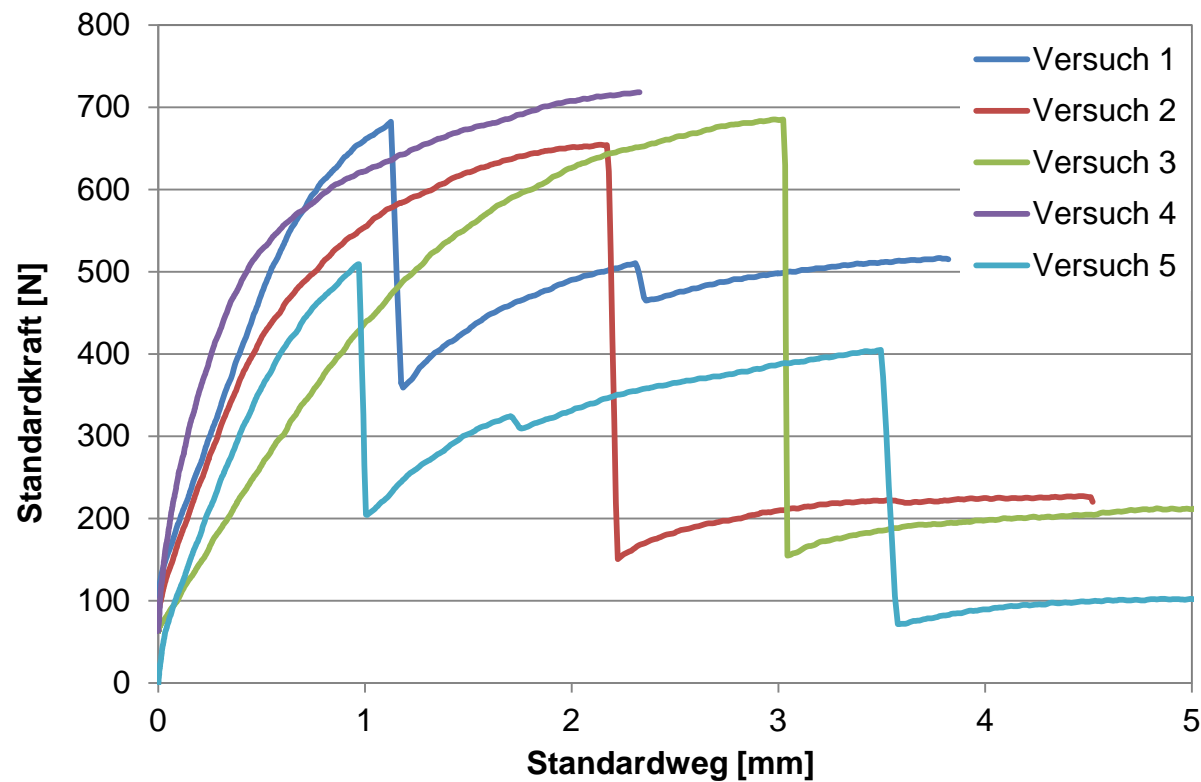
→ Anstieg der Verbindungsfestigkeit mit der Schaumdichte bis 200 kg/m³



Punktuelle Krafteinleitung in Polymerschäume

Ergebnisse zum Direktverschrauben von PET-Schaum

Kopfauszugversuche EPPsysD 10x30 in PET100

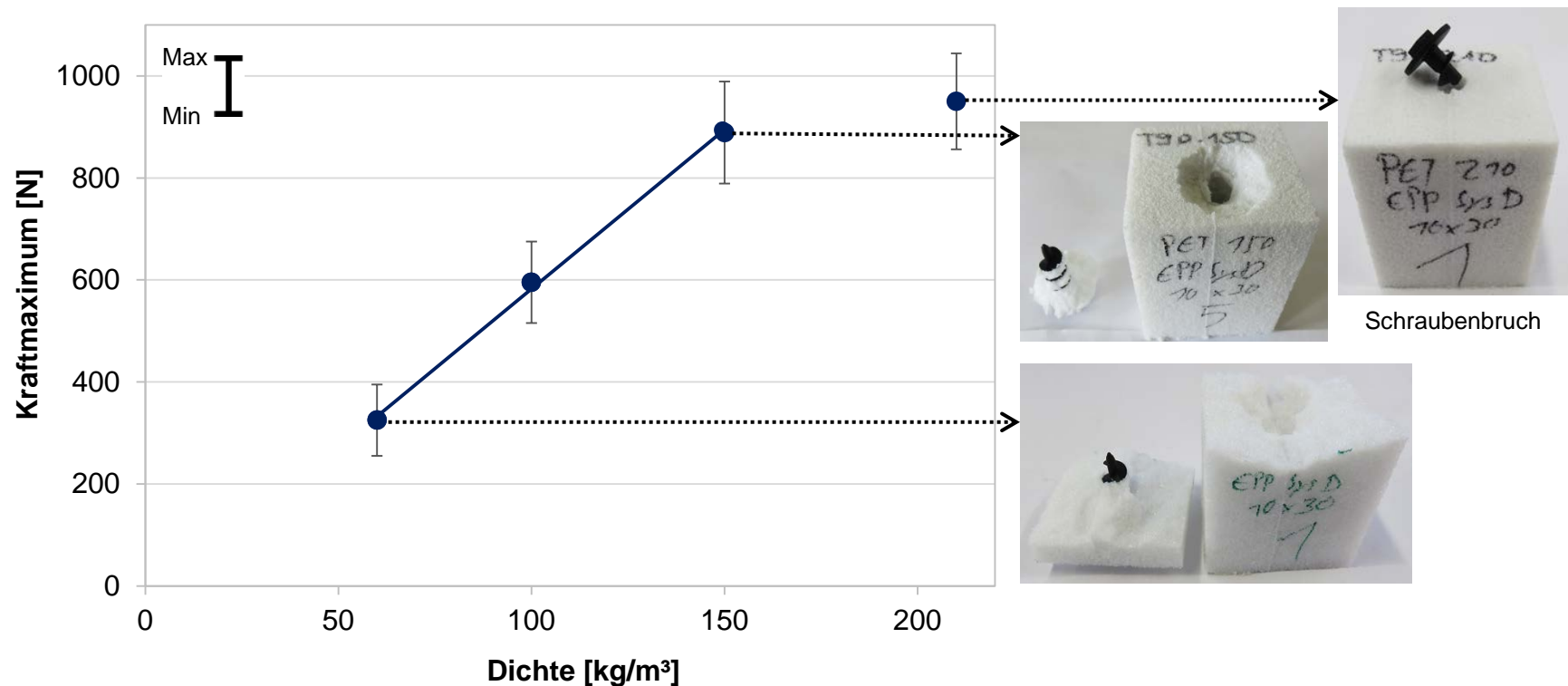


Punktuelle Krafteinleitung in Polymerschäume

Ergebnisse zum Direktverschrauben von PET-Schaum

Kopfauszugskraft von EPPsysD 10x30 Schrauben über der Dichte von PET-Schaum

→ Linearer Anstieg der Verbindungsfestigkeit mit der Schaumdichte bis 150 kg/m³



Ausblick

Punktförmiges Verbinden von Sandwichstrukturen



- Übertragung der Erkenntnisse zur punktuellen Krafteinleitung mittels Kunststoffschauben in Polymerschäume auf Sandwichmaterialien mit Schaumkern
 - Vergleich der Ergebnisse mit den Verbindungskonzepten Reibschweißelemente sowie geklebtes & geklemmtes Insert
 - Optimierung des Applikationsprozess für alle Fügeverfahren
 - Ableitung von generischen Sandwichstrukturen zur Potenzialanalyse
 - Aufbau von Simulationsmodellen auf Basis der experimentellen Charakterisierung
- **Entwicklung einer branchenübergreifenden Auslegungsmethodik für tragende Sandwichstrukturen**



Bildquelle: EJOT



Bildquelle: SECAM





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Bildquelle: DLR-FK Kick-Off PuVerSand 14.03.2016

Carmen Scholz M.Sc., Projektleiterin **PuVerSand**

Carmen.Scholz@dlr.de, Tel.: +49 711 6862-591

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Fahrzeugkonzepte – Leichtbau und Hybridbauweisen

www.dlr.de/fk/